

## FORMATION OF CONTACT HOLE

**Patent number:** JP63296353

**Publication date:** 1988-12-02

**Inventor:** TAMAOKI NORIHIKO; NAKAYAMA ICHIRO; MASUDA YOJI; KUBOTA MASABUMI

**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

**Classification:**

- **International:** *H01L21/3205; H01L21/28; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/28; H01L21/88*

- **European:**

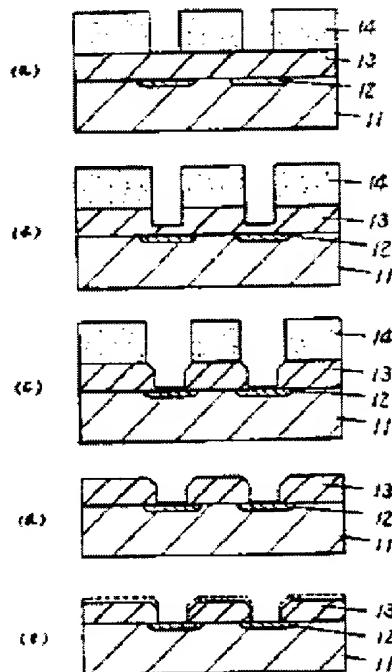
**Application number:** JP19870132465 19870528

**Priority number(s):** JP19870132465 19870528

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP63296353

**PURPOSE:** To form contact holes in optimum shape by a method wherein an interlayer insulating film previously deposited in thickness thicker than the thickness to be etched is etched in specified shape using photoresist as a mask and after removing the resist, the interlayer insulating film is fully overetched meeting the intensive anisotropic requirements. **CONSTITUTION:** An interlayer insulating film 13 is deposited on a semiconductor substrate 11 in thickness thicker than specified thickness previously preparing for the full etching process of the film 13 and then contact holes are formed in specified shape without overetching the base silicon 11 using photoresist 14 as a mask. Next, after peeling off the photoresist 14, the interlayer insulating film 13 is full-etched for overetching meeting the etching requirements in excellent selectivity ratio between the interlayer insulating film 13 and the base silicon 11 to form contact holes in specified shape in the interlayer insulating film 13 in specified film thickness. Through these procedures, the contact holes in excellent shape can be formed without deeply etching the Si substrate.



## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭63-296353

⑫ Int.CI.  
H 01 L 21/88  
21/28

識別記号

⑬ 行内整理番号  
F-6708-5F  
U-7638-5F

⑭ 公開 昭和63年(1988)12月2日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 コンタクトホール形成方法

⑯ 特願 昭62-132465

⑰ 出願 昭62(1987)5月28日

⑮ 発明者	玉置 徳彦	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑯ 発明者	中山 一郎	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑰ 発明者	益田 洋司	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発明者	久保田 正文	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑲ 出願人	松下電器産業株式会社	大阪府門真市大字門真1006番地	
⑳ 代理人	弁理士 中尾 敏男	外1名	

## 明細書

## 1. 発明の名称

コンタクトホール形成方法

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 半導体基板上に層間絶縁膜を堆積する工程と  
フォトレジストをマスクとして層間絶縁膜を途中  
までエッチングし所定の形状にコンタクトホール  
を形成する工程とフォトレジストを剥離した後層  
間絶縁膜の全面エッチングを行ないコンタクトホ  
ール底部の層間絶縁膜を除去する工程とを含むこ  
とを特徴とするコンタクトホール形成方法。
- (2) フォトレジストをマスクとしてコンタクトホ  
ールに角度をつけて層間絶縁膜をエッチングする  
ことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のコ  
ンタクトホール形成方法。
- (3) フォトレジストをマスクとして垂直に層間絶  
縁膜をエッチングした後、さらにフォトレジスト  
をマスクとして角度をつけて前記層間絶縁膜をエ  
ッチングすることで、前記層間絶縁膜を途中まで  
エッチングすることを特徴とする特許請求の範囲

## 第1項記載のコンタクトホール形成方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は半導体装置のコンタクトホール形成方  
法に関するものである。

## 従来の技術

近年、コンタクトホールの形成に関しては、後  
工程の記録用金属膜の堆積状態をよくするため、  
その形状が重要視されている。一般に金属膜の堆  
積状態はコンタクトホールの上端部の形状で微妙  
に影響され、コンタクトホール内への堆積状態が  
悪い時に起る金属配線の断線をふせぐ手段とし  
て、1つは不純物を含んでいる酸化膜をエッチン  
グし、コンタクトホールを形成した後、熱処理を  
加えて、コンタクト孔端部の角ばった部分を丸め  
てコンタクトホール内の堆積状態を向上させてい  
た。また他の手段として、コンタクトホールをエ  
ッチングする際に側壁に角度をつけるエッチング  
を行ない、同様に堆積状態の向上をはかっていた。

以下図面を参照しながら、上述した従来のコン

タクトホール形成方法の第1の従来例について説明する。第2図(a)において、1は所望のバーニングされているフォトレジスト、2は不純物を含んでいる酸化膜、3はSi基板である。第2図(b)ではフォトレジスト1をマスクとして酸化膜2をフロン系のガスを用いて異方性エッチングを行ったもので、第2図(c)はフォトレジスト1を除去した後の断面を示している。第2図(d)では不純物を含んだ酸化膜2を、高溫で熱処理した後の断面を示している。

次に従来のコンタクトホール形成方法の第2の従来例について説明する。第3図(a)において、4は所望のバーニングがされているフォトレジスト、5は酸化膜であり、6はSi基板である。第3図(b)はフォトレジスト4をマスクとして酸化膜5をフロン系のガスを用いて異方性エッチングを行なった時の断面図である。第3図(c)はフロン系のガスと酸素ガスの混合ガスを用いて、フォトレジスト4を等方性エッチングして横方向に後退させながら酸化膜5を異方性エッチングすることで、

#### 問題点を解決するための手段

上記問題点を解決するために本発明のコンタクトホール形成方法は、半導体基板上に層間絶縁膜をあらかじめ層間絶縁膜の全面エッチング工程に備え所望の膜厚より厚めに堆積し、フォトレジストをマスクとして下地シリコンにオーバーエッチをかけずに所定の形状にコンタクトホールを形成し、フォトレジストを剥離した後、層間絶縁膜と下地シリコンの選択比の良好なエッチング条件で層間絶縁膜を全面エッチングしオーバーエッチをかけることにより所定の形状のコンタクトホールを所定の膜厚の層間絶縁膜に形成するものである。

#### 作用

本発明では所定のコンタクトホール形状を得るために使用するエッチング条件と、コンタクトホールを確実に開孔するためのオーバーエッチングのエッチング条件を完全に分離できるため、所定のコンタクトホール形状を得るためにエッチング条件において層間絶縁膜と下地シリコンの選択比が小さくとも全く問題にならず、また、オーバー

コンタクトホールの孔端部アに角度をつけた結果の断面を示す図である。

#### 発明が解決しようとする問題点

しかしながら上記の第1の従来例では、隣接したコンタクトホール間の距離が近くなると熱処理の際溶融した酸化膜が流れ込む場をうしなって、コンタクトホール形状は第2図(d)に示すようにオーバーハング状態となり、ホール下部にくらべ中間部の寸法は小さくなる。そのため金属膜堆積の擦断線を起こすという問題があった。また第2の従来例では、レジストを後退させる手段としてフロン系のガスに酸素ガスを多量に混合させてエッチングするため、下地のSi基板との選択比が悪く、Si基板を深くエッチングしてしまうという問題点を有していた。

本発明は上記問題点に鑑み、コンタクトホール形状がホールとホールの間の距離に關係なく下地との選択比を十分保ちながら良好なコンタクトホール形状が得られる、コンタクトホール形成方法を提供するものである。

エッチングは選択比の大きなエッチング条件で十分に行なうことが可能となる。

#### 実施例

以下本発明の実施例のコンタクトホール形成方法について、図面を参照しながら説明する。第1図は本発明の実施例におけるコンタクトホール形成方法の工程断面図である。第1図(a)において11はP型シリコン(100)基板、12はシリコン基板11に形成されたn<sup>+</sup>拡散層、13は層間絶縁膜として減圧CVD法で形成した膜厚8000Åのシリコン酸化膜、14はコンタクトホールのバーション出しを行なった膜厚1.2μmのフォトレジストである。最終的には層間絶縁膜は6000Å程度で構わないが、全面オーバーエッチ工程での減少分を2000Åと見積り、厚めに堆積している。

まず、フォトレジスト14をマスクとしてシリコン酸化膜を反応性イオンエッチング法で5000Å垂直に形状にエッチングする。この第1のエッチング条件としては例えばCHF<sub>3</sub>ガス50sccm, O<sub>2</sub>ガス5sccm, 真空度400mTorr, RFパワ

—300Wとする(第1図(b))。

次にフォトレジスト14をマスクとしてフォトレジストを横方向に後退させながら、シリコン酸化膜13をこれも別条件の反応性イオンエッティングで2500Åエッティングし孔端部に角度をつけた形状を形成する(第1図(c))。この第2のエッティング条件は例えばCHF<sub>3</sub>ガス50sccm, O<sub>2</sub>ガス40sccm, 圧力400mTorr, RFパワー300Wである。フォトレジスト14の横方向への後退を利用し、コンタクトホール上端部に角度をつける為、O<sub>2</sub>ガスの流量を大きくしている。このエッティング条件ではO<sub>2</sub>ガスを増やした為シリコン酸化膜とシリコン基板の選択比は小さいが、本方法では500Å程度のシリコン酸化膜がコンタクトホール上にこの時点で残存している為、選択比は全く問題にならない。

次にフォトレジスト14を除去し(第1図(d))、シリコン酸化膜13を2000Å全面エッティングし結果として所定の6000Åの層間絶縁膜を得る(第1図(e))。このときのエッティング条件は前述

の第1のエッティング条件と同じである。異方性エッティングであるため、前工程までのコンタクトホール形状はそのまま維持され、またO<sub>2</sub>ガス流量は小さく抑えている為、シリコン酸化膜とシリコン基板の選択比は大きく、この場合シリコン酸化膜1500Åのオーバーエッティングが下地シリコンにかかることになるが下地シリコン基板はほとんど(100Å程度)エッティングされない。

この後の工程については省略するが、コンタクトホール上端部に角度がついている為、金属膜を断続なく堆積でき、またオーバーエッティングを十分にできるため、下地シリコンと金属膜の接触状態も非常に良好である。

また、ここではフォトレジストをマスクとして第1、第2の2つの異なるエッティング条件で層間絶縁膜をエッティングしたが、第2のエッティング条件のみでコンタクトホール形状を制御する場合も全く同様の効果が得られる。

#### 発明の効果

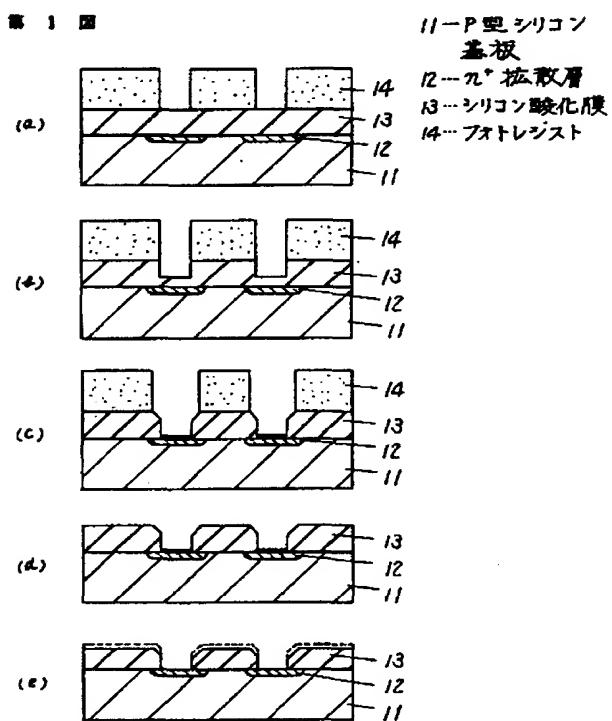
このように本発明は半導体基板上にあらかじめ

オーバーエッチ分だけ厚めに堆積した層間絶縁膜を、フォトレジストをマスクとして所定の形状にエッティングする工程とレジスト除去後、異方性の強い条件で層間絶縁膜を全面オーバーエッティングする工程により下地シリコンのエッティングを最小限にしながら、所定のコンタクトホール形状を得るものである。コンタクトホール形状制御のエッティングにより最適なコンタクトホール形状を得、それと全く分離されたオーバーエッティングの為だけのエッティングにより、十分な半導体基板と金属配線の接触を保証する極めて工業的価値の高い方法である。

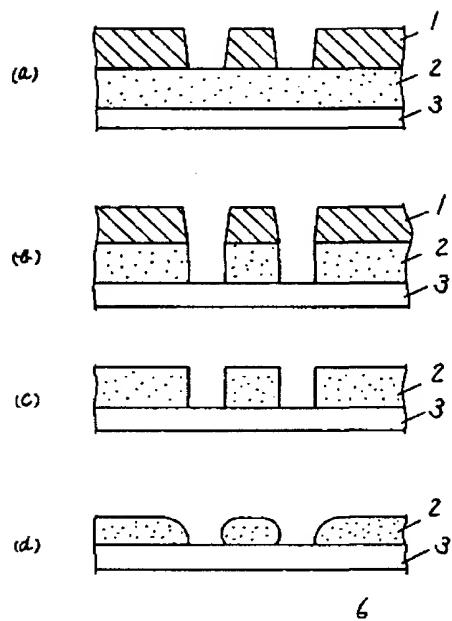
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)～(e)は本発明におけるコンタクトホール形成方法の一実施例の工程断面図、第2図(a)～(d)と第3図(a)～(c)は従来のコンタクトホール形成方法の工程断面図である。

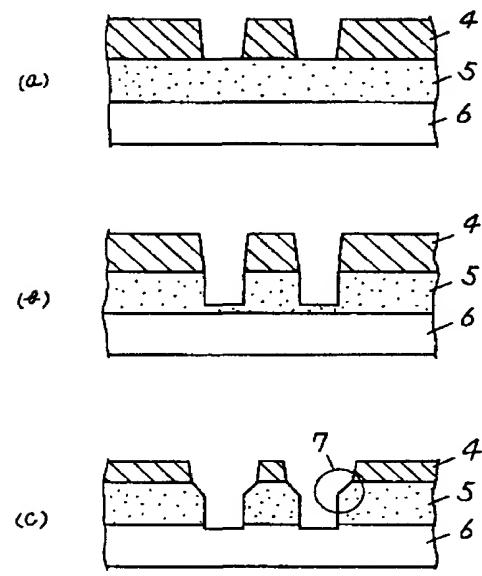
11……p型(100)シリコン基板、12……n<sup>+</sup>拡散層、13……シリコン酸化膜、14……フォトレジスト。



第 2 図



第 3 図



(19) Japan Patent Office (JP) (11) Publication of Patent Application

(12) Publication of Unexamined Patent Application (A) S63-296353

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> I.D. No. JPO File No. (43) Date of Publication: 2 Dec. 1988

H 01 L 21/88 F-6708-5F

21/28 U-7638-5F

Request for Examination: Not yet made.

Number of Inventions: 1 (4 pgs. in total)

(54) Title of the Invention: Method of Forming Contact Hole

(21) Japanese Patent Application No. S62-132465

(22) Filed: 28 May 1987

(72) Inventor: TAMAKI, Tokuhiko, c/o Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., 1006 Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka

(72) Inventor: NAKAYAMA, Ichirou, c/o Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., 1006 Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka

(72) Inventor: MASUDA, Youji, c/o Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., 1006 Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka

(72) Inventor: KUBOTA, Masafumi, c/o Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., 1006 Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka

(71) Applicant: Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., 1006 Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka

(74) Agents: NAKAO, Toshio, Patent Attorney, and one other.

## Specification

### 1. Title of the Invention

Method of Forming Contact Hole

**2. Scope of Claims**

(1) A method of forming a contact hole, comprising the steps of:  
depositing an interlayer insulating film over a semiconductor substrate;  
etching the interlayer insulating film partway through to form a contact hole to a predetermined shape, using a photoresist as a mask; and  
after removing the photoresist, etching an entire surface of the interlayer insulating film to remove the interlayer insulating film at the base of the contact hole.

(2) The method of forming a contact hole according to Claim 1, wherein using the photoresist as a mask, the interlayer insulating film is etched in such a way that the contact hole is given an angle.

(3) The method of forming a contact hole according to Claim 1, wherein:  
the interlayer insulating film is etched partway through by vertically etching the interlayer insulating film using the photoresist as a mask, then further etching the interlayer insulating film in such a way that the contact hole is given an angle, using the photoresist as a mask.

**3. Detailed Description of the Invention**

**Field of Industrial Application**

The present invention relates to a method of forming a contact hole of a semiconductor device.

**Prior Art**

In recent years, concerning the formation of contact holes, in order to improve the deposition conditions of metal films for wiring in a subsequent process step, importance has been placed on the shape of contact holes. Generally, deposition conditions of the metal film are influenced slightly by the shape of an upper end portion of the contact hole. As one means of preventing the breakage of a metal wiring which occurs when conditions

of deposition into the contact hole are poor, after an oxide film containing an impurity is etched to form a contact hole, a heat treatment has been applied in order to round an angular portion of an end portion of the contact hole and thereby improve the deposition conditions inside the contact hole. Further, as another means of preventing the breakage of a metal wiring, when forming the contact hole by etching, etching which gives a sidewall of the contact hole an angle has been performed. This also improves deposition conditions.

Below, the above-mentioned first conventional example of a conventional method of forming a contact hole will be described with reference to the drawings. In FIG. 2(a), reference numeral 1 indicates a photoresist which has been patterned into a desired shape, reference numeral 2 indicates an oxide film which contains an impurity, and reference numeral 3 indicates a Si substrate. In FIG. 2(b), using the photoresist 1 as a mask, the oxide film 2 has been anisotropically etched using a fluorocarbon gas, and FIG. 2(c) shows a cross-section taken after the photoresist 1 has been removed. In FIG. 2(d), a cross-section taken after the oxide film 2 which contains an impurity has been heat-treated at a high temperature is shown.

Next, the second conventional example of a conventional method of forming a contact hole will be described. In FIG. 3(a), reference numeral 4 indicates a photoresist which has been patterned into a desired shape, reference numeral 5 indicates an oxide film, and reference numeral 6 indicates a Si substrate. FIG. 3(b) is a cross-sectional view taken after the oxide film 5 has been anisotropically etched using a fluorocarbon gas, using the photoresist 4 as a mask. FIG. 3(c) shows a cross-section of the result of giving a hole end portion 7 of a contact hole an angle by anisotropically etching the oxide film 5 while isotropically etching the photoresist 4 and making it recede back in a lateral direction using a mixed gas containing a fluorocarbon gas and an oxygen gas.

### **Problems to be Solved by the Invention**

However, in the above-described first conventional example, when the distance between adjacent contact holes is short, a place for melted oxide film to flow into when heat treatment is performed is lost, so the contact hole shape takes on an overhang, as shown in FIG. 2(d), and the dimensions of the mid-part of the holes become smaller compared to those of the lower part of the holes. Therefore, there is a problem in that a break forms in a metal film during metal film deposition. Further, in the second conventional example, as a means of making the resist recede back, etching is performed using fluorocarbon gas into which a large amount of oxygen gas is mixed. Therefore, selectivity to the base Si substrate is poor, and there is a problem in that the Si substrate is etched deeply.

In view of the above-described problems, an object of the invention is to provide a method of forming contact holes in which a good contact hole shape can be obtained regardless of the distance between holes while sufficiently maintaining selectivity to the base.

### **Means for Solving the Problems**

In order to solve the above-described problems, in a method of forming a contact hole of the invention, an interlayer insulating film is deposited over a semiconductor substrate more thickly than a desired thickness, in advance preparation for a process step in which an entire surface of the interlayer insulating film is etched; a contact hole is formed to a predetermined shape without over-etching a base silicon, using a photoresist as a mask; after removing the photoresist, an entire surface of the interlayer insulating film is etched in such a way that it is over-etched, with etching conditions in which selectivity between the interlayer insulating film and the base silicon is good, and thereby a contact hole with a predetermined shape is formed in an interlayer insulating film which is formed

to a predetermined thickness.

### **Functions**

In the invention, the etching conditions used for obtaining the predetermined contact hole shape and the etching conditions of the over-etching for ensuring that the contact hole is opened can be completely separated. Therefore, in the etching conditions for obtaining the predetermined contact hole shape, even if selectivity between the interlayer insulating film and the base silicon is small, it is no problem whatsoever, and further, the over-etching can be performed satisfactorily with etching conditions with high selectivity.

### **Embodiment**

Below, a method of forming a contact hole of an embodiment of the invention will be described with reference to the drawings. FIGS. 1(a) to 1(e) are cross-sectional views of process steps of a method of forming a contact hole of an embodiment of the invention. In FIG. 1(a), reference numeral 11 indicates a p-type silicon (100) substrate, reference numeral 12 indicates an  $n^+$  diffusion layer formed over the silicon substrate, reference numeral 13 indicates a silicon oxide film with a thickness of 8000 Å which is formed by a low-pressure CVD method as an interlayer insulating film, and reference numeral 14 indicates a photoresist with a thickness of 1.2  $\mu\text{m}$  on which a contact hole pattern has been formed. Ultimately, the interlayer insulating film may have a thickness of about 6000 Å; however, it is estimated that the thickness will decrease by 2000 Å during a process step of over-etching an entire surface of the interlayer insulating film, so it is deposited more thickly than 6000 Å.

First, the silicon oxide film is etched by 5000 Å to a vertical shape by a reactive ion etching method, using the photoresist 14 as a mask. These first etching conditions are,

for example,  $\text{CHF}_3$  gas at 50 sccm,  $\text{O}_2$  gas at 5 sccm, a vacuum of 400 mTorr, and an RF power of 300 W (FIG. 1(b)).

Next, while making the photoresist recede back in a lateral direction using the photoresist 14 as a mask, the silicon oxide film 13 is also etched by a reactive ion etching with different conditions by 2500 Å to form a shape in which a hole end portion has an angle (FIG. 1(c)). These second etching conditions are, for example,  $\text{CHF}_3$  gas at 50 sccm,  $\text{O}_2$  gas at 40 sccm, a pressure of 400 mTorr, and an RF power of 300 W. In order to utilize the recession of the photoresist 14 in a lateral direction and give an angle to an upper end portion of the contact hole, the flow rate of the  $\text{O}_2$  gas is made high. Because the  $\text{O}_2$  gas is increased in these etching conditions, selectivity between the silicon oxide film and the silicon substrate is small; however, in this method, since there is still about 500 Å of silicon oxide film above the contact hole at this point, the selectivity is not a problem at all.

Next, the photoresist 14 is removed (FIG. 1(d)), and an entire surface of the silicon oxide film 13 is etched back by 2000 Å. As a result, an interlayer insulating film with a predetermined thickness of 6000 Å is obtained (FIG. 1(e)). The etching conditions at this time are the same as the above-described first etching conditions. Because the etching is anisotropic, the shape of the contact hole is maintained from the previous process step. Further, because the  $\text{O}_2$  gas flow rate is kept low, selectivity between the silicon oxide film and the silicon substrate is high, so in this case although the over-etching of the silicon oxide film by 1500 Å affects the base silicon, the base silicon substrate is hardly etched (about 100 Å) at all.

Description of process steps subsequent to this will be omitted. However, since the upper end portion of the contact hole has an angle, a metal film can be deposited without a break forming in the metal film, and since over-etching can be performed

sufficiently, conditions of contact between the base silicon and the metal film are very good.

Further, here, using the photoresist as a mask, the interlayer insulating film was etched with two different sets of etching conditions, the first and the second; however, exactly the same effect can be obtained in a case where the shape of the contact hole is controlled with only the second etching conditions.

### **Effects of the Invention**

In this manner, in the invention, a predetermined contact hole shape is obtained while keeping etching of a base silicon to a minimum, by using a process step in which an interlayer insulating film, which is deposited over a semiconductor substrate in advance more thickly than necessary by a thickness equivalent to a thickness that will be over-etched, is etched to a predetermined shape using a photoresist as a mask, and a process step in which subsequent to removal of the resist, an entire surface of the interlayer insulating film is over-etched under strongly anisotropic conditions. This is a method with a very high industrial value, in which an ideal contact hole shape is obtained by an etching for contact hole shape control, and sufficient contact between a semiconductor substrate and a metal wiring is ensured by an etching which is only for over-etching and which is completely separate from the etching for contact hole shape control.

### **4. Brief Description of the Drawings**

FIGS. 1(a) to 1(e) are cross-sectional views of process steps of an embodiment of a method of forming a contact hole of the invention, and FIGS. 2(a) to 2(d) and FIGS. 3(a) to 3(c) are cross-sectional views of process steps of a conventional method of forming a contact hole.

11 ... ... p-type (100) silicon substrate, 12 ... ... n<sup>+</sup> diffusion layer, 13 ... ... silicon oxide film, 14 ... ... photoresist.